

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2004103621
PUBLICATION DATE : 02-04-04

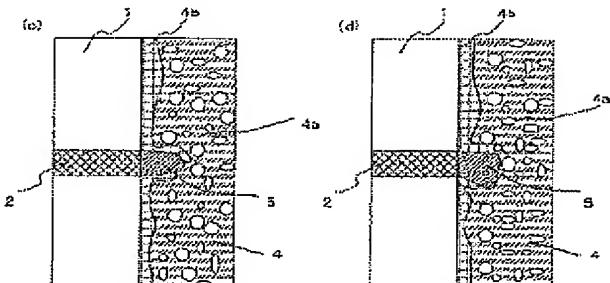
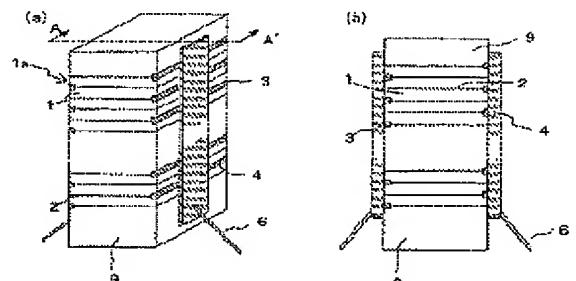
APPLICATION DATE : 04-09-02
APPLICATION NUMBER : 2002259390

APPLICANT : KYOCERA CORP;

INVENTOR : SAKAMOTO TAKAMI;

INT.CL. : H01L 41/083 H01L 41/187

TITLE : LAMINATED PIEZOELECTRIC ELEMENT



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laminated piezoelectric element which is capable of preventing external electrodes from being disconnected from the internal electrodes and superior in durability even when it operates continuously under a high pressure in a high electric field for a long term, and to provide an injection device.

SOLUTION: The laminated piezoelectric element is equipped with a pillar-shaped laminate 1a composed of piezoelectric materials 1 and internal electrodes 2 which are alternately laminated, and a pair of external electrodes 4 which are each provided on the sides of the laminate 1a and where the internal electrodes 2 are alternately connected. A projecting conductive terminal 5 protruding from the side of the pillar-shaped laminate 1a is provided to every other end of the internal electrodes 2, the projecting conductive terminals 5 are embedded in the external electrodes 4 containing conductive material and glass, and the external electrode 4 has a void of 30 to 70%.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-103621

(P2004-103621A)

(43) 公開日 平成16年4月2日(2004. 4. 2)

(51) Int.Cl.⁷

H01L 41/083

H01L 41/187

F 1

H01L 41/08

H01L 41/18

H01L 41/18

Q

I O 1 B

I O 1 D

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 3 O.L. (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-259390 (P2002-259390)

(22) 出願日 平成14年9月4日 (2002. 9. 4)

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地

(72) 発明者 坂元 隆己

鹿児島県国分市山下町 1 番 1 号 京セラ株

式会社鹿児島国分工場内

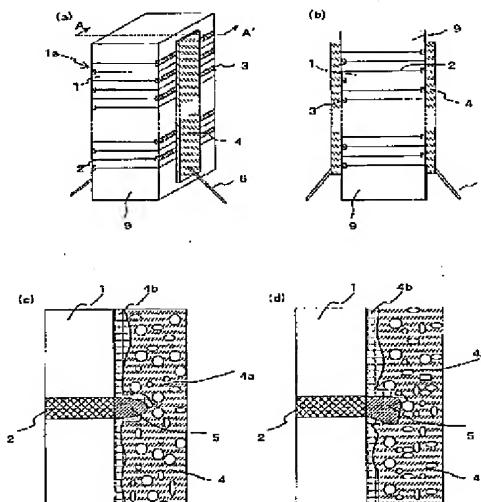
(54) 【発明の名称】 橫層型圧電素子

(57) 【要約】

【課題】高電界、高圧力下で長期間連続駆動せられた場合でも、外部電極と内部電極とが断線することがなく、耐久性に優れた横層型圧電素子及び噴射装置を提供する。

【解決手段】圧電体1と内部電極2とを交互に積層してなる柱状積層体1αと、該柱状積層体1αの側面に設けられ、内部電極2が一層あきに交互に接続された一对の外部電極4とを具備してなる横層型圧電素子であって、内部電極2の端部に一層あきに柱状積層体1αの側面から突出する突起状導電性端子5が設けられ、該突起状導電性端子5が、導電材とガラスを含有する外部電極4中に埋設されたり、その外部電極の空隙率を30～70%とする。

【選択図】図1



断線する事がない、耐久性に優れた積層型圧電素子を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の積層型圧電素子は、圧電体と内部電極とを交互に積層してなる柱状積層体と、該柱状積層体の側面に設けられ、前記内部電極が一層おきに交互に接続された一対の外部電極とを具備してなる積層型圧電素子であって、前記内部電極の端部に一層おきに前記柱状積層体の側面から突出する突起状導電性端子が設けられ、該突起状導電性端子が、導電材とガラスを含有する外部電極中に埋設され、その外部電極の空隙率が80～70%であることを特徴とする。

【0009】

本発明の積層型圧電素子では、内部電極の端部には突起状導電性端子が設けられ、この突起状導電性端子が外部電極中に埋設されているため、突起状導電性端子のアンカー効果により外部電極が内部電極に強固に接合しており、高電界、高圧力下で長期間連続運転させた場合でも、外部電極と内部電極との断線を抑制することができ、耐久性を大幅に向上できる。

10

【0010】

また、従来は、内部電極の端部に外部電極を接合しており、外部電極との接合面積が小さく、導電性が低く、接続信頼性も低いものであったが、本発明では、突起状導電性端子を外部電極中に埋設しているため、突起状導電性端子と外部電極との接合面積が大きく、外部電極と内部電極間の導電性を向上でき、しかも外部電極と内部電極との接続信頼性も向上できる。

20

【0011】

また、本発明では突起状導電性端子が、導電材とガラスを含有する外部電極中に埋設され、その外部電極の空隙率が80～70%であるため、熱膨張の差によるクラックの発生や、駆動による繰り返し応力に起因する外部電極の破壊を抑え、信頼性を向上することができる。

【0012】

また、本発明の積層型圧電素子は、突起状導電性端子が、内部電極の端部に拡散接合していることを特徴とする。このような積層型圧電素子では、内部電極の端部に突起状導電性端子をより強固に接合できる。

30

【0013】

さらに、本発明の積層型圧電素子は、突起状導電性端子及び外部電極の導電材が、銀を主成分とする特徴とする。銀は比較的低温で拡散移動しやすいため、後述する製法により、内部電極の端部に突起状導電性端子を容易に形成できるとともに、この突起状導電性端子を外部電極中に容易に埋設できる。また、銀は耐酸化性を有し、ヤング率が低いため、外部電極として最適となる。

【0014】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の積層型圧電アクチュエータからなる積層型圧電素子の一形態を示すもので、(a)は斜視図、(b)は(a)のA-A'線に沿った縦断面図、(c)、(d)は内部電極と外部電極の接合部近傍の拡大図である。

40

【0015】

積層型圧電アクチュエータは、図1に示すように、圧電体1と内部電極2とを交互に複数積層してなる四角柱状の柱状積層体1aの側面において、内部電極2の端部を一層おきに絶縁体3で被覆し、絶縁体3で被覆していない内部電極2の端部に突起状導電性端子5を設け、該突起状導電性端子5を、銀を主成分とする導電材とガラスからなる外部電極4中に埋設して接合し、各外部電極4にリード線6を接続固定して構成されている。

【0016】

圧電体1は、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛Pb_{0.5}Ti_{0.5}O₃(以下PTと略す)、或いはチタン酸バリウムBaTiO₃を主成分とする圧電セラミックス材料等で形成

50

[0026]

外部電極4の導電材、実芯状電極5及び銀、若しくは銅主成分の合金導電部11。

• 9 6 2 8

外部電極4、突起状導電性端子5の導電材料が露出する部分、二孔以外は、二孔
スル、鋼、金、アセチル等の導電性端子5を金属板2aに打ち込む合計九孔で構成される。

〔カ〕001

183001

卷之三

【0021】

【0020】 應子在《總編輯》3期形成子集之分率水子集的分量表之11。

真子記之總覽

【0019】
氨基酸殘基的氨基酸序列。

2 अप्रैल २०१९

【0018】王電梯 1 の圓形内部電梯 2 が配置される 2113 枚、C の内部電梯 2 が鏡一式で 2113 枚の全
屋材料を形成する。各エレベーターは既定の電圧を印加し、エレベーターは通常電動機の大きさ

[8 1 0 0]

首先，压电体1的厚度、尺寸以及内部电极2的厚度决定了 $50 \sim 250 \mu\text{m}$ 为宜。在此基础上，精度数越大，精度越高。上部的尺寸与基准零件1的厚处支撑用尺寸已固定，而支撑加于该处的浇筑尺寸也已固定，因此，精度数决定了尺寸。

朱太、庄電本

【0017】 ⑨加量半々。己の正電化ドミハム又休、先の正電持性又示す正電基ホ電数ル。す。加量116
ナカニ2113。

ガラスが外部電極4の他の部分4aよりも1.1倍以上の割合で存在する。

【0027】

突起状導電性端子5の周囲に該当する部分にも外部電極4のガラスリッチ層4bが形成され易いが、突起状導電性端子5は外部電極4の導電材と接続しており、さらなる導電性向上のためにはガラスリッチ層4b中の導電材量が多い方が望ましい。

【0028】

尚、突起状導電性端子5の形状、突起状導電性端子5に接するガラスリッチ層4b及び圧電体1に接するガラスリッチ層4bの形状、厚み等は、図1(c)、(d)に示すように、均一である必要はない。

【0029】

また、外部電極4中の導電材は50～95体積%、残部のガラス成分は5～50体積%とされている。これにより、適度なガラス成分量を確保できるため、外部電極4と柱状積層体1a及び突起状導電性端子5との接合強度を効果的に高めることができ、また、外部電極4の抵抗値を低くでき、外部電極4の局所発熱を抑制し、外部電極4の断線を防止できる。

10

【0030】

また、外部電極4の空隙率は30～70%が望ましい。外部電極中の空隙率が30%未満の場合、外部電極4は密化してしまい、ヤング率が高くなり、長期間駆動した場合にその繰り返し応力により、クラックが発生し断線してしまう。空隙率が70%を超える場合、外部電極としての強度が低くなり、断線や局所発熱により素子が破壊してしまう。

20

【0031】

外部電極4の空隙率を調整するためには、銀ガラス導電性ペースト中のバインダー添加量を変化させたり、また焼き付け時の熱処理温度を変化させたり、熱処理時間を持くしたり、ガラスの軟化点を変化させることにより達成できる。

【0032】

例えば、ガラスの軟化点より高い温度で熱処理すると、空隙率は少なくなり、逆に低い温度で熱処理すると空隙率は高くなる。軟化点に対し90%から120%の範囲で熱処理することにより、空隙率を30～70%に調整できる。

30

【0033】

また、導電性ペースト中のバインダー量を増やすことによりペーストの密度を低下させたり、電極の焼き付け処理中に分解して飛散する有機物からなるポア材を添加したりすることも有効である。

【0034】

また、外部電極4を構成するガラスとしては、外部電極4を形成する際の作業温度が400～980°Cであるシリカガラス、ソーダ石灰ガラス、鉛アルカリけい酸塩ガラス、アルミニウムけい酸塩ガラス、ほうけい酸塩ガラス、アルミニウムけい酸塩ガラス、ほう酸塩ガラス、リん酸塩ガラス等を用いることが好ましい。

40

【0035】

例えば、ほうけい酸塩ガラスとしては、 SiO_2 40～70重量%、 B_2O_3 2～30重量%、 Al_2O_3 0～20重量%、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO のようなアルカリ土類金属酸化物を総量で0～20重量%、 Na_2O 、 K_2O 、 Li_2O のようなアルカリ金属酸化物を総量で0～10重量%含有するものを使用することができます。また、上記のほうけい酸塩ガラスに、5～30重量%の ZnO を含むようなガラスとしても構わない。 ZnO は、ほうけい酸塩ガラスの軟化点の温度を低下させる効果がある。

40

【0036】

また、リん酸塩ガラスとしては、 P_2O_5 40～80重量%、 Al_2O_3 0～30重量%、 B_2O_3 0～30重量%、 ZnO 0～30重量%、アルカリ土類金属酸化物0～30重量%、アルカリ金属酸化物0～10重量%を含むようなガラスを使用することができます。

【0037】

また、鉛ガラスとしては、 PbO 80～80重量%、 SiO_2 0～40重量%、 Bi_2O_3

50

【0047】

そして、リード線6を介して一対の外部電極4に0.1~8kV/mmの直流電圧を印加し、柱状積層体1aを分極処理することによって、製品としての積層型圧電アクチュエータが完成し、リード線6を外部の電圧供給部に接続し、リード線6及び外部電極4を介して内部電極2に電圧を印加させれば、各圧電体1は逆圧電効果によって大きく変位する。

【0048】

以上のように構成された積層型圧電素子は、内部電極2の端部には突起状導電性端子5が設けられ、この突起状導電性端子5が外部電極4中に埋設されているため、突起状導電性端子5のアンカー効果により外部電極4が内部電極2に強固に接合しており、高電界、高圧力下で長期間連続運転させた場合でも、外部電極4と内部電極2との断線を抑制することができ、耐久性を大幅に向上できる。10

【0049】

また、突起状導電性端子5を外部電極4中に埋設しているため、突起状導電性端子5と外部電極4との接合面積が大きく、外部電極4と内部電極2間の導電性を向上でき、しかも外部電極4と内部電極2との接続信頼性も向上できる。

【0050】

また、突起状導電性端子が、導電材とガラスを含有する外部電極中に埋設され、その外部電極の空隙率を30~70%にすることにより、熱膨張の差によるクラックの発生や、駆動による繰り返し応力に起因する外部電極の破壊を抑え、信頼性を向上することができます。20

【0051】

尚、本発明では、図3に示すように、外部電極4の外側に導電性補助部材7を形成しても良い。この場合には、外部電極4の外面に導電性補助部材7を設けることによりアクチュエータに大電流を投入し、高速で駆動させる場合においても、大電流を導電性補助部材7に流すことができ、外部電極4に流れる電流を低減でき、外部電極4が局所発熱を起こし断線することを防ぐことができ、耐久性を大幅に向上させることができる。

【0052】

なお、導電性補助部材7は、板状導電部材、導電性接着剤、導電性コイル、導電性波板、導電性纖維集合体(ウール状)の一つ若しくは複合体からなる。

【0053】

本発明の積層型圧電素子はこれらに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲であれば種々の変更は可能である。30

【0054】

また、上記例では、柱状積層体1aの対向する側面に外部電極4を形成した例について説明したが、本発明では、例えば隣設する側面に一対の外部電極を形成してもよい。

【0055】**【実施例】****実施例1**

まず、柱状積層体を作製した。圧電体は厚み150μmのPZTで形成し、内部電極は厚み8μmの銀-パラジウム合金によって形成し、圧電体及び内部電極の各々の積層数は800層とした。40

【0056】

その後、図2(a)に示すように、ダイシング装置により柱状積層体側面の内部電極の端部に一層おきに深さ50μm、幅50μmの溝を形成した。そして、図2(b)に示すように該溝部にガラス粉末を分散させたペーストを充填し、900°Cで焼き付けを行い、ガラスを溝に充填した。

【0057】

次に、平均粒径5μmの銀粉末を90体積%と、残部が平均粒径5μmのケイ素を主成分とする軟化点が600°Cの非晶質のほうけい酸塩ガラス(Si、Al、Bを含有)粉末10体積%との混合物にバインダーを加え、十分に混合して銀ガラス導電性ペーストを作製

10

20

30

40

50

得5孔方精磨型压電刀具加工- \rightarrow 150V的交流電壓時，精磨方向150Hz的圓波數值在11740Hz之間左右。頻率 ω 、電壓 V_0 ~200V的交流電壓時，在 ω ~8rad/s時頻率範圍為150Hz~1500Hz。根據試驗結果，當 ω 增加時，切削力和切削速度均增加，但當 ω 增加到一定值時，切削力反而降低，切削速度也降低。當 ω 繼續增加時，切削力和切削速度又會增加，這就是所謂的共振現象。

6、图2 (c) 表示本发明、前部挂扶梯磨体的梯子形而成的齿侧圆齿带，700℃下烧结时，图2 (d) 表示本发明、尖部挂扶梯磨体的梯子形而成的齿侧圆齿带，其梯子形成于5mm处高5mm处。

サンプル No.	銀含有率 (体積%)	ガラス 軟化点 (°C)	焼き付け温 度 (°C)	外部電極 空隙率	評価結果	
					150V駆動	200V駆動
1	90	600	700	30%	1×10^8 異常なし	1×10^8 異常なし
2	95	600	650	35%	1×10^8 異常なし	1×10^8 異常なし
3	90	600	600	40%	1×10^8 異常なし	1×10^8 異常なし
4	70	600	580	60%	1×10^8 異常なし	1×10^8 異常なし
5	50	600	550	70%	1×10^8 異常なし	1×10^8 異常なし
6	40	600	800	15%	1×10^8 異常なし	2×10^7 外部電極断線
7	90	600	500	80%	1×10^8 異常なし	6×10^7 外部電極スパーク
8	98	980	500	80%	3×10^6 外部電極スパーク	4×10^5 外部電極スパーク

10

20

【0063】

サンプルNo. 8の突起状導電性端子が形成されていないサンプル以外の全てのサンプルにおいて、150Vで 1×10^8 サイクルまで駆動したところ40μmの変位が得られ、外部電極の異常は見られなかった。また、突起状導電性端子が形成されていたサンプルNo. 1～6においては、外部電極と内部電極とが突起状導電性端子を介して電気的に強固に接合されているため、 1×10^8 サイクルまで外部電極と内部電極との間でスパークが生じることはなかった。

【0064】

一方、突起状導電性端子が形成されなかつたNo. 7～8のサンプルの場合、外部電極と内部電極との接続が弱く、外部電極と内部電極の接点においてスパークが生じてしまった。

30

【0065】

さらに、駆動条件が厳しい200Vでの駆動の結果、本発明の範囲内であるNo. 1、2、3、4、5のサンプルにおいては、200Vの駆動においても、 1×10^8 サイクルまで駆動しても外部電極の断線、スパークといった異常は見られなかつた。一方、No. 6のサンプルは外部電極4の空隙率が低いために、外部電極が断線してしまつた。

【0066】

即ち、外部電極中の銀の含有率を50～95体積%、ガラス成分の軟化点を銀の融点以下、外部電極の空隙率を30～70%にすることにより、高電界で高速に連続駆動した場合においても、突起状導電性端子が内部電極と外部電極を強固に電気的に接合し、また外部電極が強固に柱状積層体と接合されているため、外部電極の断線、外部電極と内部電極の接点でのスパークといった問題が生じることはなかつた。

40

【0067】

【発明の効果】

本発明の積層型圧電素子によれば、内部電極の端部には突起状導電性端子が設けられ、この突起状導電性端子が外部電極中に埋設されているため、突起状導電性端子のアンカー効果により外部電極が内部電極に強固に接合しており、高電界、高圧力下で長期間連続運転させた場合でも、外部電極と内部電極との断線を抑制することができ、耐久性を大幅に向上できる。また、本発明では、突起状導電性端子を外部電極中に埋設しているため、突起状導電性端子と外部電極との接合面積が大きく、外部電極と内部電極間の導電性を向上す

50

【图面の簡単な説明】
左側の外部電極内に接続された電極信号類性を向かってます。また、実験状況を図示するため、各電極の電位が50%以下のものと50%以上のものとに分かれています。また、信頼性を向上させるために複数回測定を行っています。

【图1】本发明的精磨型压墨器示意图，(a)压料图、(b)压料视图、(c)压料断面图

【图4】原来的数据模型需要为手工一勺数据画图之故。
图4 A-A' 横断面图之故。

1 . . . 环境体
1 a . . . 环境墙
2 . . . 内部墙
2 b . . . 外部墙
4 . . . 力与尺寸的量
4 b . . . 实验计算机硬件
5 . . . 实验计算机硬件

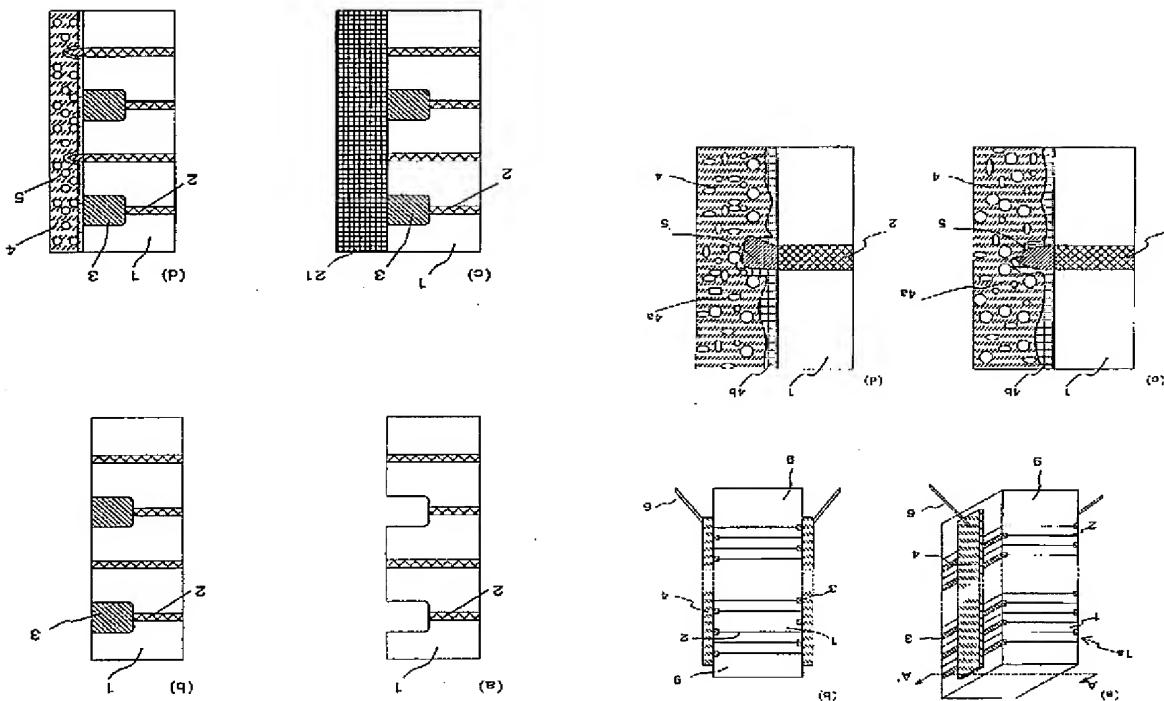
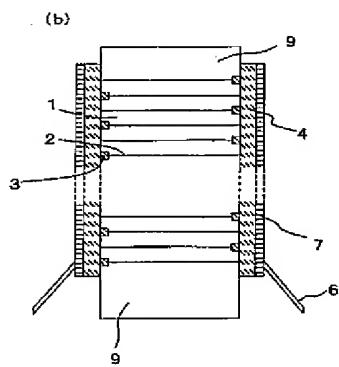
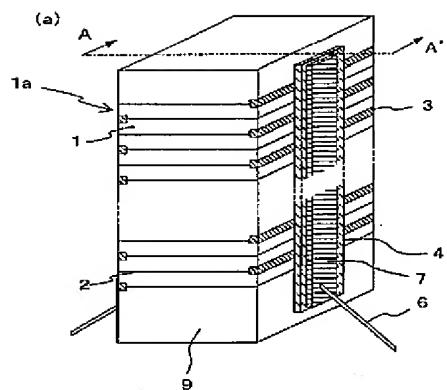


图 1 (右) [图 2 (左)]

【図 8】



【図 4】

